

# Pokazatelji zdravstvenog stanja vatrogasaca tijekom provođenja obuke u simulatoru plamenih udara

## *Indicators of health status of firefighters during the implementation of flashover simulator*

dr. sc. Anita Ljubičić, dr. med.

dr. sc. Branko Petrinec

prof. dr. sc. Veda M. Varnai, dr. med., spec. medicine rada

dr. sc. Jelena Macan, dr. med., spec. medicine rada i sporta

### SAŽETAK

U ovom radu prikazani su rezultati istraživanja provedenog na vatrogascima iz javnih vatrogasnih postrojbi (JVP) i dobrovoljnih vatrogasnih društava (DVD) koji su sudjevali u obuci za gašenje požara u zatvorenom prostoru u simulatoru plamenih udara (SPU) pri JVP Ivanić-Grad. Ispitanicima je mjeran krvni tlak, tjelesna temperatura u zvukovodu, pokazatelji plućne funkcije, stupanj oštećenja DNA i indeks tjelesne mase. Zamijećena je visoka učestalost pretilosti (27%) te povišenih vrijednosti krvnog tlaka (53%) prije obuke. Spomenuta obuka dovela je do većeg porasta srčane frekvencije i temperature u pripadnika DVD-a u odnosu na profesionalne vatrogasce. Sistolički krvni tlak nije se značajnije mijenjao tijekom obuke u SPU-u, dijastolički krvni tlak blago se snizio, a pokazatelji plućne funkcije su blago porasli u obje grupe, što ukazuje da obuka u SPU-u dovodi do očekivanog fiziološkog odgovora kardiovaskularnog i dišnog sustava na fizički i termalni stres te se može smatrati zdravstveno sigurnom za zdrave vatrogasce uz obaveznu upotrebu zaštitne opreme. Visoka učestalost pretilosti i povišenih vrijednosti krvnog tlaka ukazuje na potrebu unaprjeđenja fizičke spremnosti vatrogasaca u Hrvatskoj.

Ključne riječi: zdravstveno stanje vatrogasaca, obuka, plameni udar

---

dr. sc. Anita Ljubičić, dr. med., Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada; Jedinica za medicinu rada i okoliša; Ksaverska cesta 2, 10001 Zagreb

dr. sc. Branko Petrinec, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada; Jedinica za medicinu rada i okoliša; Ksaverska cesta 2, 10001 Zagreb, [petrinec@imi.hr](mailto:petrinec@imi.hr)

prof. dr. sc. Veda M. Varnai, dr. med., spec. medicine rada, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada; Jedinica za medicinu rada i okoliša; Ksaverska cesta 2, 10001 Zagreb

dr. sc. Jelena Macan, dr. med., spec. medicine rada i sporta Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada; Jedinica za medicinu rada i okoliša; Ksaverska cesta 2, 10001 Zagreb

## Summary

*This article presents an overview of the investigation performed on the professional and volunteer firefighters attending Compartment Fire Behaviour Training (CFBT) in a simulator in controlled conditions. Blood pressure (BP), tympanic temperature, parameters of lung function, DNA damage, and body mass index (BMI) were recorded for study participants before and during the CFBT. High prevalence of obesity (27%) and basal hypertensive BP values (53%) was found. CFBT induced mild hyperthermia and physical strain. In comparison to professional firefighters, CFBT induced higher increase in pulse and tympanic temperature in volunteers. Systolic BP did not vary significantly, diastolic BP slightly decreased, and parameters of lung function slightly increased in both groups during the CFBT. Results confirm that CFBT induced only expected physiological cardiovascular and respiratory responses, and can be considered as a safe procedure for healthy firefighters using obligatory protective equipment. High prevalence of obesity and elevated BP values indicates a need for better physical fitness and BP control among firefighters in Croatia.*

*Keywords: health status of firefighters, training, flaming attack*

## UVOD

### Introduction

Plameni udar („flashover“ fenomen) se događa kada plinoviti produkti nepotpunog gorenja nakupljeni u gornjem dijelu prostorije dosegnu temperaturu samozapaljenja pa se vatra uslijed dovoda svježeg zraka posljedično naglo raširi u zatvorenom prostoru. Dovod svježeg zraka inducira formiranje plamenih udara s kojima se vatrogasci moraju suočiti. Gašenje požara u zatvorenom prostoru u simulatoru plamenih udara (SPU) na kruta goriva, nedavno je uvedeno u obuku vatrogasaca u Hrvatskoj, i u skladu je s propisanom EU normom EN 14097-3. Tijekom obuke vatrogasaca simulacija spomenutog fenomena događa se u kontroliranim uvjetima, smanjujući rizik po život, iako specifični fizikalni uvjeti ostaju isti. Ova obuka omogućuje vatrogascima naučiti prepoznati sve aspekte razvoja požara (Jembrih, S., 2007.) i prevenirati pojavu plamenih udara kao i upoznati ih s ograničenjima njihove zaštitne opreme. Obuka se odvija tijekom jednog dana u ekstremnim toplinskim uvjetima i uz dodatni fizički napor te podrazumijeva 4 boravka u SPU-u u trajanju od 20 do 30 minuta. Pri obuci vatrogasci nose zaštitnu opremu težine oko 30 kg, a temperatura na površini zaštitne odjeće kreće se do 160 °C (Ljubičić i sur., 2012.).

Tijekom 2009. i 2010. napravljeno je istraživanje na

vatrogascima iz javnih vatrogasnih postrojbi (JVP) i dobrovoljnih vatrogasnih društava (DVD) iz Hrvatske koji su sudjelovali u obuci u SPU-u pri JVP-u Ivanić-Grad. Istraživanjem smo procijenili opće zdravstveno stanje polaznika obuke te zdravstvene učinke fizičkog napora i toplinskog stresa nastalih tijekom obuke. U ovom radu prikazan je pregled rezultata ovog istraživanja objavljenih u dvije znanstvene publikacije (Ljubičić i sur., 2012.; Ljubičić i sur., 2014.).

## REZULTATI

### Results

Opće karakteristike sudionika istraživanja prikazane su u Tablici 1. U istraživanju je sudjelovalo ukupno 66 vatrogasaca. Profesionalni vatrogasci bili su u prosjeku 13 godina stariji od pripadnika dobrovoljnih vatrogasnih društava te su imali i duži radni staž. Zbog starije dobi, ispitivani profesionalni vatrogasci imali su značajno viši pušački indeks (umnožak broja godina pušenja s prosječnim brojem popušanih cigareta dnevno) nego dobrovoljni vatrogasci, iako je udio pušača bio podjednak u obje skupine vatrogasaca. Kao pokazatelji općeg zdravstvenog stanja mjereni su krvni tlak, tjelesna temperatura u zvukovodu, pokazatelji plućne funkcije spirometrijom (forsirani vitalni kapacitet, FVC, forsirani ekspiratorni volumen u 1. sekundi, FEV1) te indeks tjelesne mase (ITM, omjer tjelesne mase i kvadrata tjelesne visine). Utvrdili smo 23% pretilih ispitanika (ITM >30) kod profesionalnih vatrogasaca, a 39% kod dobrovoljnih vatrogasaca. Povišeni krvni tlak ( $\geq 140/90$  mmHg) izmjeren je prije početka obuke u SPU-u u 50% profesionalnih i 61% dobrovoljnih vatrogasaca.

Tablica 1. Karakteristike sudionika istraživanja

Table 1. Characteristics of study participants

	Profesionalni vatrogasci <i>Professional firefighters</i>	PRIPADNICI DVD-a <i>Members of DVD</i>
Broj ispitanika (n) <i>Number of participants (n)</i>	48	18
Dob (godine) [median, IQ raspon] <i>Age (years) [median, IQ range]</i>	39 (34-43)	26 (23-32) <sup>a</sup>
Pušački status <i>Smoking status</i>		
Nepušači [n (%)] <i>Nosmoker [n (%)]</i>	21 (44)	9 (50)
Bivši pušači [n (%)] <i>Ex smokers [n (%)]</i>	11 (23)	3 (17)

Pušači [n (%)] <i>Smokers [n (%)]</i>	16 (33)	6 (33)
Pušački index [median, IQ raspon] <i>Smoking index [median, IQ range]</i>	400 (48-600)	63 (20-200) <sup>a</sup>
Godine pušenja [median, IQ raspon] <i>Years of smoking [median, IQ range]</i>	20 (8-25)	7 (2-10) <sup>a</sup>
Broj cigareta na dan [median, IQ raspon] <i>Number of cigarettes per day [median, IQ range]</i>	20 (2-30)	14 (3-20)
Visina(cm) [AS ±SD] <i>Height (cm) [AS ± SD]</i>	179 ± 5	179 ± 6
Težina (kg) [AS ±SD] <i>Weight (kg) [AS ± SD]</i>	89 ± 13	91 ± 14
ITM (kg/m <sup>2</sup> ) [AS ±SD (raspon)] <i>ITM (kg/m<sup>2</sup>) [AS ± SD (range)]</i>	28 ± 4 (18-37)	29 ± 4 (22-33)
Pretili [n (%)] <i>Overweight [n (%)]</i>	11 (23)	7 (39)
Radni staž (godine)[median (IQ raspon)] <i>Work experience (years) [median (IQ range)]</i>	15 (9-17)	6 (3-10) <sup>a</sup>
Bazalna temperatura (C°) [AS ±SD] <i>Basal Temperature (° C) [AS ± SD]</i>	36.3±0.5	36.3±0.7
Bazalni krvni tlak (mmHg) <i>Basal blood pressure (mmHg)</i>		
Sistolički krvni tlak (AS ± SD) <i>Systolic blood pressure (AS ± SD)</i>	137±18 <sup>b</sup>	141±15
Dijastolički krvni tlak (AS ± SD) <i>Diastolic blood pressure (AS ± SD)</i>	87±11 <sup>b</sup>	82±6
Hipertenzivne vrijednosti [n (%)] <i>Hypertensive values [n (%)]</i>	21 (50)	11(61)

n-broj ispitanika; AS- aritmetička sredina; SD- standardna devijacija; IQ-interkvartilni raspon (25.-75. percentila); ITM- index tjelesne mase; pretili-ITM>30; hipertenzivne vrijednosti krvnog tlaka-sistolički ≥140 mmHg i/ili ≥90 mmHg; a statistički značajna razlika između grupa (P<0.05) izračunata Studentovim t-testom, Pearsonovim  $\chi^2$  testom ili Fisherovim exact testom; b u 6 profesionalnih vatrogasaca bazalne vrijednosti krvnog tlaka nisu mjerene (Ljubičić i sur., 2014.)

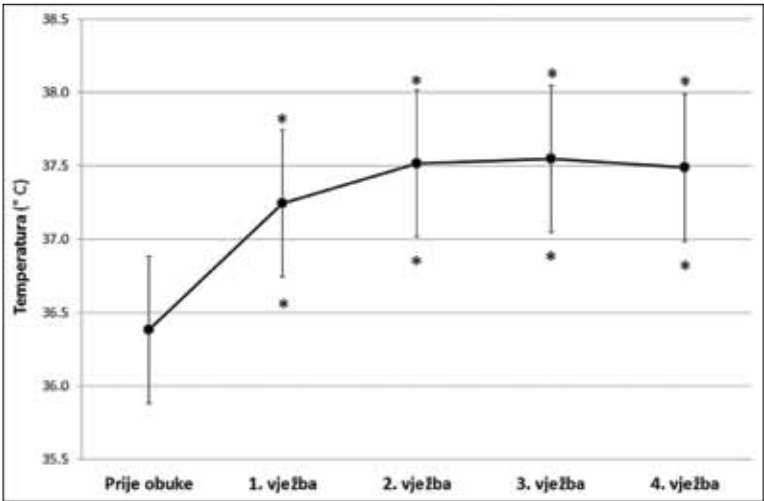
*n-number of respondents; AS-mean; SD-standard deviation; IQ-interquartile range (25th-75th percentile); BMI body mass index; overweight-BMI> 30; hypertensive blood pressure-systolic ≥ 140 mmHg and / or ≥ 90 mmHg; a statistically significant difference between groups (P <0.05) were calculated by Student's t-test, Pearson's  $\chi^2$  test or Fisher's exact test; b 6 professional firefighters basal blood pressure values were not measured (Ljubicic et al., 2014).*

Tijekom obuke u SPU-u utvrđen je porast tjelesne temperature od prosječno  $1,1^{\circ}\text{C}$ , a dobrovoljni vatrogasci su imali za  $0,33^{\circ}\text{C}$  veći prosječni porast tjelesne temperature od profesionalnih vatrogasaca (Slika 1a i 1b). Broj otkucaja srca porastao je prosječno za 30 u minuti, a u dobrovoljnih vatrogasaca bio je prosječno za 5 otkucaja u minuti veći nego u profesionalnih (Slika 2a i 2b). Pokazatelji plućne funkcije porasli su tijekom obuke u SPU-u prosječno za 4% za FVC i 2,7% za FEV1. Sistolički krvni tlak nije se značajno mijenjao tijekom obuke u SPU-u, dok je za dijastolički krvni tlak uočen trend blagog pada vrijednosti (Slika 3a i 3b). Promjena pokazatelja plućne funkcije i krvnog tlaka bila je podjednaka u dobrovoljnih i profesionalnih vatrogasaca. Tijekom statističke obrade podataka dobivena je i značajna pozitivna korelacija između sistoličkog i dijastoličkog krvnog tlaka i ITM. Š obzirom na relativno mali broj ispitanika, pogotovo u skupini dobrovoljnih vatrogasaca (18 ispitanika), izračunata je snaga Studentovog t-test za zavisne uzorke. Pokazalo se da veličina učinka koju test može prepoznati kao statistički značajnu pri razini značajnosti  $\alpha = 0,05$ , snazi testa od najmanje 0,80, te zadanim veličinama skupina ispitanika, iznosi 0,7 za skupinu dobrovoljnih vatrogasaca, 0,5 za skupinu profesionalnih vatrogasaca, te 0,4 za obje skupine zajedno. S obzirom na veličine standardnih devijacija, razlike između aritmetičkih sredina bazalnih vrijednosti i vrijednosti nakon pojedinih faza obuke, te korelacije između bazalnih vrijednosti i vrijednosti nakon pojedinih faza obuke, veličine učinka za promjene tjelesne temperature kretale su se u rasponu od 2,25-3,57 za skupinu dobrovoljnih vatrogasaca, 1,38-2,12 za skupinu profesionalnih vatrogasaca, te 1,34-1,84 za obje skupine zajedno. Veličine učinka za promjene pulsa kretale su se u rasponu od 0,89-1,77 za skupinu dobrovoljnih vatrogasaca, 1,17-1,88 za skupinu profesionalnih vatrogasaca te 1,16-2,04 za obje skupine zajedno. Stoga su promjene u oba navedena parametra bile statistički značajne u obje skupine, kao i za ukupni broj ispitanika. Veličine učinka za promjene sistoličkog krvnog tlaka bile su u rasponu od 0,08-0,19 u skupini dobrovoljnih vatrogasaca i 0,06-0,43 u skupini profesionalnih vatrogasaca, a dijastoličkog tlaka 0,07-0,35 u skupini dobrovoljnih vatrogasaca i 0,11-0,34 u skupini profesionalnih vatrogasaca. Navedeni rasponi rezultirali su u pretežno statistički neznačajnim kretanjima krvnog tlaka u obje skupine ispitanika.

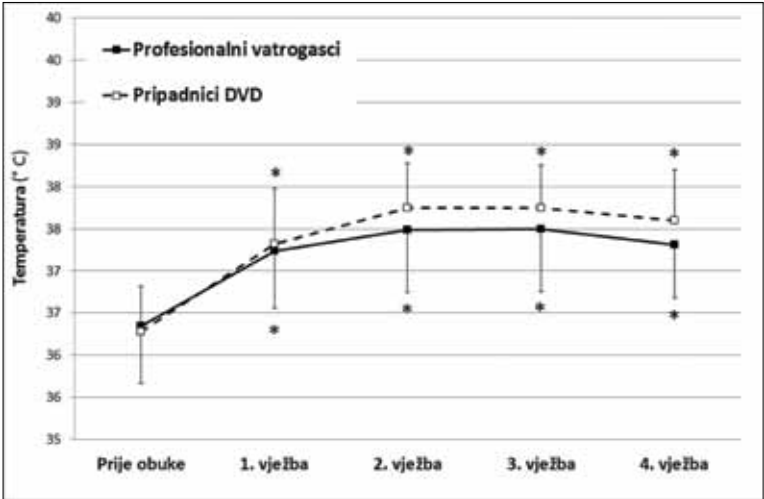
Dodatno su mjerene razine primarnog i oksidativnog oštećenja DNK stanica periferne krvi, kao pokazatelja eventualnog genotoksičnog učinka fizičkog napora i toplinskog stresa tijekom obuke u SPU-u. Kod ispitanika

nije utvrđen značajan porast primarnih oštećenja DNK, kao niti pojava oksidativnih oštećenja DNK u stanicama periferne krvi tijekom obuke u SPU-u.

a



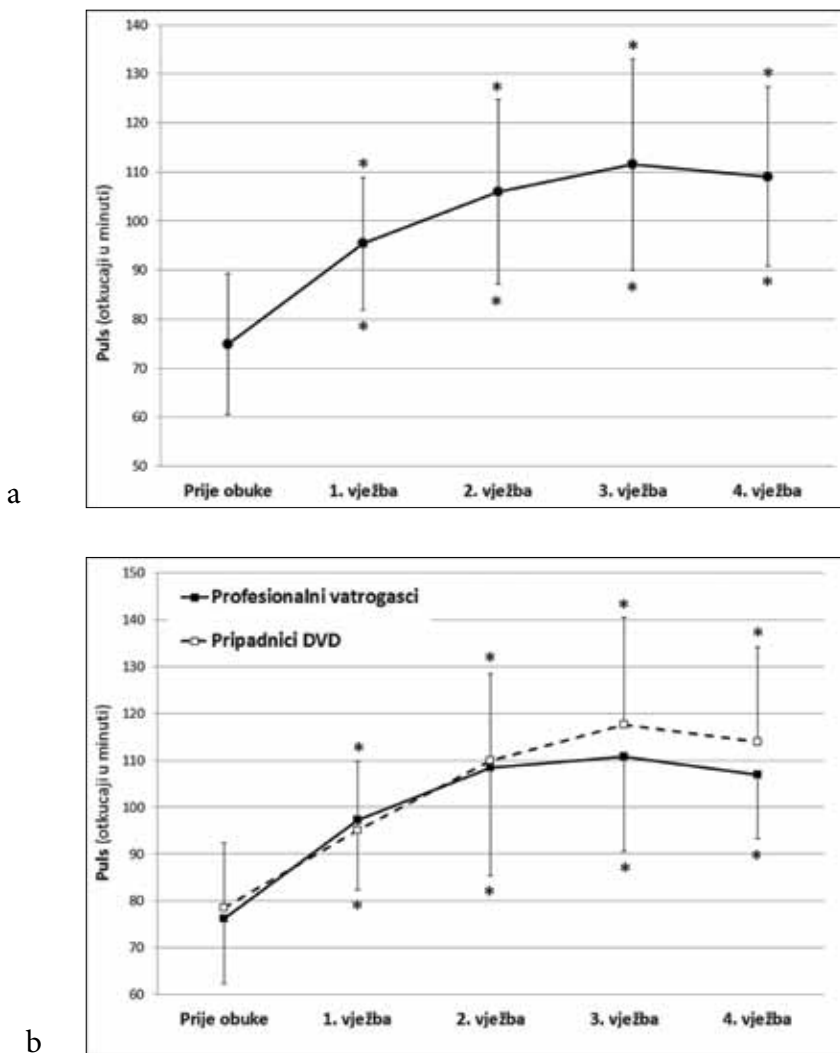
b



Slika 1. Vrijednosti tjelesne temperature (°C) u profesionalnih vatrogasaca i pripadnika DVD-a tijekom obuke u SPU-u

Figure 1. The values of body temperature (°C) in professional firefighters and members of the DVD during training in the SPU

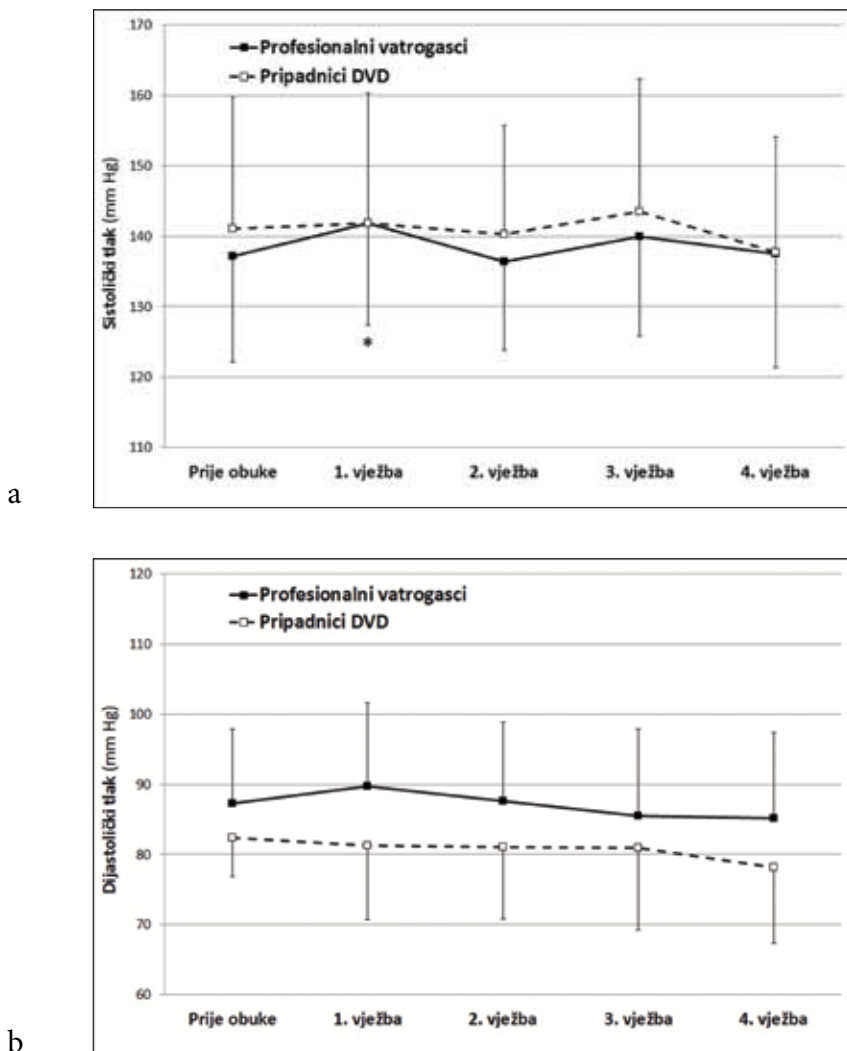
Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina  $\pm$  standardna devijacija za sve ispitanike (a), te posebno za profesionalne vatrogasce i pripadnike DVD-a (b). \*Statistički značajna promjena u odnosu na vrijednosti prije obuke (Studentov t-test za zavisne uzorke,  $P < 0.001$ ).



Slika 2. Vrijednosti pulsa (otkucaji u minuti) u profesionalnih vatrogasaca i pripadnika DVD-a tijekom obuke u SPU-u

Figure 2. The values of the pulse (bpm) in professional firefighters and members of the DVD during training in the SPU-in

Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina  $\pm$  standardna devijacija za sve ispitanike (a), te posebno za profesionalne vatrogasce i pripadnike DVD-a (b). \*Statistički značajna promjena u odnosu na vrijednosti prije obuke (Studentov t-test za zavisne uzorke,  $P < 0.005$ ).



*Slika 3. Vrijednosti krvnog tlaka u profesionalnih vatrogasaca i pripadnika DVD-a tijekom obuke u SPU-u*

*Figure 3. Blood pressure values in professional firefighters and members of the DVD during training in the SPU*



Rezultati, izraženi u mm Hg sistoličkog (a) i dijastoličkog tlaka (b), prikazani su kao aritmetička sredina  $\pm$  standardna devijacija, posebno za profesionalne vatrogasce i pripadnike DVD-a. \*Statistički značajna promjena u odnosu na vrijednosti prije obuke (Studentov t-test za zavisne uzorke,  $P=0.006$ ).

## REZULTATI

### Results

Pripadnici, kako profesionalnih vatrogasnih postrojbi, tako i dobrovoljnih vatrogasnih društava pri obavljanju poslova vatrogasaca na radnom mjestu izloženi su specifičnim uvjetima u radnom okolišu, odnosno za organizam zahtjevnim fizičkim i psihičkim čimbenicima. Toplinski stres se očituje porastom intenziteta metabolizma te porastom aktivnosti simpatičkog živčanog sustava (Low i sur., 2011.). Spomenute reakcije popraćene su porastom broja otkucaja srca, porastom krvnog tlaka, proširenjem periferinih krvnih žila, gubitkom tekućine, povećanjem gustoće krvi, poremećajima zgrušavanja krvi (Smith i sur., 2011.), smanjenjem koncentracije šećera i natrija u krvi (Smith i sur., 2001.), porastom tjelesne temperature s posljedičnim porastom frekvencije disanja (White, 2006.) i promjenama u pokazateljima staničnog stresa (Ji, 1995; Leon i Helwig, 2010.). Toplinski stres također pospješuje stvaranje štetnih spojeva - tzv. slobodnih radikala, smanjenjem aktivnosti antioksidativnih enzima (Das, 2011.). Štetne tvari nastale prilikom toplinskog stresa mogu oštetiti DNK što je pokazano u već objavljenim istraživanjima (Cadet i sur., 2011., Bruskov i sur., 2002.). S obzirom na posebne uvjete rada, na radnim mjestima vatrogasaca potrebno je nositi zaštitnu odjeću, obuću, boce s komprimiranim zrakom te rukovati posebnim hidrauličkim crijevima, nositi ljestve, penjati se po stepenicama i ljestvama, itd., što zahtijeva određenu razinu fizičke i psihičke spremnosti i izdržljivosti (Bilzon i sur., 2001.).

Ovo istraživanje (Ljubičić Čalušić i sur., 2012.; 2014.) daje prve podatke o zdravstvenim pokazateljima kod pripadnika profesionalnih vatrogasnih postrojbi i dobrovoljnih vatrogasnih društava- sudionika obuke u SPU-u. Rezultati ukazuju kako obuka u SPU-u dovodi uglavnom do blagog porasta tjelesne temperature te fiziološki očekivanog odgovora kardiovaskularnog i dišnog sustava na toplinski i fizički napor, što se odnosi na pripadnike obje ispitivane grupe vatrogasaca. Kod ispitanih vatrogasaca nisu zabilježene patološke reakcije kardiovaskularnog i dišnog sustava, kao niti porast oštećenja DNK stanica periferne krvi tijekom obuke te obuku u SPU-u provedenu po opi-

sanom protokolu možemo smatrati zdravstveno sigurnim trenažnim postupkom za zdrave vatrogasce, uz primjenu svih potrebnih mjera zaštite.

Bolja adaptacija na toplinski i fizički stres uočena je kod pripadnika profesionalnih vatrogasnih postrojbi kroz manji porast tjelesne temperature i pulsa, ukazujući na očekivano bolju fizičku pripremljenost profesionalnih vatrogasaca u odnosu na dobrovoljne vatrogasce. Glavna razlika u zadaćama profesionalnih i dobrovoljnih vatrogasaca u Republici Hrvatskoj bazira se na značajnoj razlici u vrsti i broju obavljenih intervencija. Profesionalni vatrogasci su prva linija borbe s hitnim zadaćama dok dobrovoljni vatrogasci obično pomažu kada zbog opsega zadaća postoji nedostatak ljudstva u gradovima i općinama u kojima ne postoje javne vatrogasne postrojbe. Profesionalni vatrogasci rade u 12-satnim smjenama s periodom od 24 h odmora, nakon kojih slijedi smjena od 12 h pa 48 h odmora. Pripadnici DVD-a imaju uobičajeno 8-satno radno vrijeme na drugim radnim mjestima i dolaze na ispomoć samo po pozivu.

Objavljeni podaci ukazuju na iznenadni srčani zastoj kao vodeći uzrok smrti vatrogasaca s udjelom od 45% svih smrtnih slučajeva na radu (Kales i sur., 2009.), s infarktom miokarda kao vodećim uzrokom (Kales i sur., 2003.; Calvert i sur., 1999.). Analizirajući vrijednosti krvnog tlaka kod pripadnika hitnih službi (Kales i sur., 2009.) utvrđeno je kako je krvni tlak povišen u otprilike 75% pripadnika različitih hitnih službi u Sjedinjenim Američkim Državama uključujući policajce i vatrogasce. Učestalost povišenih bazalnih vrijednosti krvnog tlaka uočena je u našem istraživanju kod 50% profesionalnih vatrogasaca, te kod 61% dobrovoljnih vatrogasaca što implicira značajan kardiovaskularni rizik za ove osobe. Tijekom obuke, međutim, nije zabilježeno hipertenzivnih reakcija među polaznicima, najvjerojatnije zbog relativno niske razine fizičkog opterećenja tijekom obuke. Razina fizičkog opterećenja u ovom istraživanju nije mjerena, ali se može procijeniti kao blago do umjereno teško, uzevši u obzir prosječno postignutu srčanu frekvenciju od 61% maksimalno očekivane frekvencije za dob. Učestalost povišenih vrijednosti krvnog tlaka bila je viša kod ispitanih vatrogasaca nego u općoj populaciji Hrvatske (Kolčić i sur., 2009.; Milanović i sur., 2012.; Mihel i Musić-Milanović, 2012.), što je nepovoljno s obzirom na karakteristike zanimanja vatrogasca koje podrazumijevaju visoku razinu fizičke spremnosti i aktivnosti. Slično je stanje zabilježeno i među pripadnicima ove profesije u SAD-u (Poston i sur., 2011.; Kales i sur., 1999.,

2002.; Soteriades i sur., 2003.; 2005.), a dovodi se u vezu s karakteristikama rada u ovoj službi kojima je posljedica poremećaj cirkadijanog ritma, nepravilan način prehrane, izloženost visokim okolišnim temperaturama, izloženost buci, nagla fizička i psihološka opterećenja (Webb i sur., 2011.).

Sljedeći rizik koji je usko povezan s pojavom kardiovaskularnih poremećaja, a zabilježen je u ispitanih vatrogasaca, višak je tjelesne mase, odnosno pretilost (ITM >30) koja je uočena u jedne četvrtine profesionalnih vatrogasaca te jedne trećine dobrovoljnih vatrogasaca. Provedena su brojna istraživanja koja su proučavala povezanost udjela masnog tkiva u organizmu s podnošenjem uobičajenih fizičkih napora, kao što su penjanje po ljestvama, nošenje ljestvi, teških hidrauličkih crijeva, kao i izdržljivost i stupanj zamora koji bi nastupio nakon izloženosti visokim temperaturama u uvjetima simuliranja situacija gašenja požara (Barr D i sur., 2010.). U spomenutim istraživanjima pokazalo se da postotak masti u organizmu bitno utječe na fizičku sposobnost vatrogasaca u obavljanju fizički zahtjevnih zadaća na radnom mjestu tijekom ekstremnih uvjeta rada, kao što su izvlačenje žrtava iz požarom zahvaćenih objekata, nošenje istih po ljestvama ili stepenicama u uvjetima povišene okolišne temperature (Williford i sur., 1999.), koja tijekom požara može iznositi i do 250°C na površini zaštitnih odijela. Pretjerani udio masti u ukupnoj tjelesnoj građi također je povezan sa smanjenom sposobnošću srčano-žilnog sustava da se nosi s ekstremnim uvjetima rada, jer masno tkivo predstavlja „mrtvu težinu“, dodatan teret koštano-mišićnom sustavu koji uz to predstavlja i izolaciju i smanjuje gubitak unutarnje tjelesne topline koja se u uvjetima pojačanog mišićnog rada gubi putem kože i time omogućuje normalno funkcioniranje organizma, a što je bitno narušeno u uvjetima kada je taj gubitak tjelesne topline smanjen. Unatoč spomenutim rizicima pretilosti te utjecaju na smanjenje radne sposobnosti vatrogasaca, brojna su istraživanja uočila trend porasta učestalosti pretilosti pripadnika ove profesije (Kales i sur., 1999.). Istraživanja koja su pratila radnu populaciju vatrogasaca tijekom 5 godina, opazila su četverostruki porast učestalosti ITM iznad 40kg/m<sup>2</sup> (Soteriades i sur., 2005.) te je također zabilježeno kako su vatrogasci s povišenim indeksom tjelesne mase bili skloniji obolijevanju od povišenog krvnog tlaka i povišene razine štetnih masnoća u krvi. Pozitivna povezanost ITM s vrijednostima sistoličkog i dijastoličkog krvnog tlaka zabilježena je i u našem istraživanju.

Istraživanja o učinku izloženosti stresnim situacijama i fizičkim naporima na razinu pojedinih stresnih hormona dijelom mogu ponuditi objašnjenja za povećanu učestalost pretilosti i povišenog krvnog tlaka među pripadnicima intervencijskih službi (Webba i sur., 2011.; Huang i sur., 2010.). U simulacijskom istraživanju provedenom na 12 vatrogasaca, koji su pod opterećenjem 60% od maksimalne potrošnje kisika, sudjelovali u kompjuteriziranom rješavanju složenih vatrogasnih strateških i taktičkih problema uočena je značajna povezanost razina stresnih neurotransmitera, epinefrina i norepinefrina, kao i hormona kortizola sa stresnim situacijama, što nije uočeno pri istom fizičkom opterećenju, a bez psihičkog opterećenja u smislu rješavanja spomenutih taktičkih problema. Ovi rezultati bi mogli upućivati na psiho-neuro-hormonalnu podlogu povišenog krvnog tlaka i pretilosti među vatrogascima. Međutim, važno je napomenuti kako se odgovori na fizički i psihički zahtjevne situacije razlikuju kod vatrogasaca koji su u dobroj fizičkoj kondiciji u odnosu na one koji su u puno nižoj razini fizičke utreniranosti. Istraživanje je provedeno na skupini od 12 vatrogasaca s niskom razinom fizičke spremne i skupini od 11 vatrogasaca s visokom razinom fizičke spremne koji su bili tijekom 32 minute izloženi testu na traci s istom razinom opterećenja. Svim vatrogascima je tijekom testiranja praćena srčana frekvencija, izmjena plinova pri disanju, kao i plućni volumeni te stupanj anksioznosti. Vatrogasci s visokom razinom fizičke spremne pokazali su prikladniju reakciju na testiranje, što ukazuje na fizičku spremnost kao važan čimbenik u prikladnom srčano-žilnom odgovoru na kombinirane situacije na radnom mjestu gdje su vatrogasci izloženi i fizičkim i psihički zahtjevnim zadaćama (Acevedo i sur., 2006.).

## ZAKLJUČAK

### *Conclusion*

U zanimanjima koja se bave žurnim odgovorom u hitnim situacijama, kao što su to policajci, vatrogasci i pripadnici drugih hitnih službi, zamijećen je zabrinjavajući porast učestalosti pretilosti i povišenog krvnog tlaka što je povezano s povećanom učestalošću oboljenja od srčano-žilnih bolesti i povećanom smrtnošću. Posljedica spomenutog trenda je, ne samo ugroženost dotičnog radnika, nego i ugrožavanje sposobnosti izvršavanja zadaća o kojima direktno ovise drugi ljudski životi (Kales i sur., 2009.). Važnost pravodobnog prepoznavanja spomenutih poremećaja i uklanjanja rizičnih faktora, kao što su pretilost i pušenje, izuzetno je važno u stresnim radnim uvjetima vatrogasaca (Kales i sur., 2009.). Rezultati našeg istraživa-

nja pokazuju kako kontrola krvnog tlaka na periodičkim zdravstvenim pregledima vatrogasaca u Hrvatskoj nije zadovoljavajuća (Soteriades i sur., 2003.) pa je potrebno razmotriti definiranje obavezne gornje granice tjelesne težine i sastava tijela za djelatne vatrogasce, kao i usvajanje strožeg predloženog pristupa u kontroli krvnog tlaka na način da se uskrati svjedodžba o radnoj sposobnosti u periodu od 6 mjeseci, tijekom kojih bi se trebalo raditi na regulaciji vrijednosti krvnog tlaka (Kales i sur., 2009.).

Odgovor organizma na fizičke, toplinske, psihičke i ostale stresore prisutne na radnom mjestu vatrogasca prikladniji je u fizički utreniranih osoba (Acevedo i sur., 2006.), te je važnost fizičke pripremljenosti potrebno posebno istaknuti u prevenciji nastanka pretilosti, smanjenju učestalosti povišenog krvnog tlaka, ali i poboljšanju psihičkih sposobnosti prosuđivanja u izrazito stresnim situacijama tijekom gašenja požara i spašavanja unesrećenih (Mittleman i sur., 1993.). Udio masnog tkiva u organizmu također je značajno povezan s podnošenjem uobičajenih fizičkih napora u uvjetima izloženosti visokim temperaturama i fizički zahtjevnim radnim zadaćama (Barr D. i sur. 2010, Williford i sur., 1999.). Preporučljivo je da se postotak masnog tkiva za zdrave muškarce prosječne starosti 40 godina kreće oko 20 % (Svjetska zdravstvena organizacija). Obuka gašenja požara u zatvorenom prostoru u simulatoru plamenih udara analizirana u ovom istraživanju može se smatrati zdravstveno sigurnom za zdrave vatrogasce jer niti kod jednog ispitanika tijekom obuke nije uočena hipertermija, ozljede ili drugi zdravstveni poremećaji koji bi predstavljali neposrednu ili dugoročnu opasnost po život i zdravlje.

### ZAHVALA - Acknowledgment

Autori zahvaljuju djelatnicima Vatrogasne postrojbe grada Ivanić-Grada na tehničkoj pomoći i novačenju vatrogasaca koji su sudjelovali u istraživanju.

### LITERATURA References

1. Barr, D., Gregson, W., Reilly, T. (2010): *The thermal ergonomics of firefighting reviewed*. *Appl. Ergonom.* 41, 161-172.
2. Bilzon, J.L., Scarpello, E.G., Smith, C.V., Ravenhill, N.A., Rayson, M.P. (2001): *Characterization of the metabolic demands of simulated shipboard Royal Navy firefighting tasks*. *Ergonomics* 44, 766e780.

3. Bruskov, V.I., Malakhova, L.V., Masalimov, Z.K., Chernikov, A.V. (2002): Heatinducedformation of reactive oxygen species and 8-oxoguanine, a biomarker to DNA. *Nucleic Acids Res.* 30 (6), 1354–1363.
4. Cadet, J., Douki, T., Ravanat, J.L. (2011): Measurement of oxidatively generated base damage in cellular DNA. *Mutat. Res.* 711, 3–12.
5. Calvert, G.M., Merling, J.W., Burnett, C.A. (1999): Ischemic heart disease mortality and occupation among 16- to 60-year-old males. *J. Occup. Environ. Med.* 41, 960e966.
6. Das, A. (2011): Heat stress-induced hepatotoxicity and its prevention by resveratol in rats. *Toxicol. Mech. Methods* 21 (5), 393–399.
7. Huang, C.J., Webb, H.E., Garten, R.S. (2010): Stress hormones and immunological responses to a dual challenge in professional firefighters. *Int. J. Psychophysiol.* 75, 312–318.
8. Jembrih, S. (2007): Koristi od "vrućeg" treninga u Flashover simulatorima. *Vatrogasni vjesnik*, 9-10/2007, 36-39.
9. Ji, L.L. (1995): Oxidative stress during exercise: implication of antioxidant nutrients. *Free Radical. Biol. Med.* 18, 1079–1086.
10. Kales, S.N., Polyhronopoulos, G.N., Aldrich, J.M., Leita, E.O., Christiani, D.C. (1999): Correlates of body mass index in hazardous materials firefighters. *J. Occup. Environ. Med.* 41, 589–595.
11. Kales, S.N., Soteriades, E.S., Christoudias, S.G. (2002): Firefighters' BP and employment status on hazardous materials teams in Massachusetts: a prospective study. *J. Occup. Environ. Med.* 44, 669–676.
12. Kales, S.N., Soteriades, E.S., Christoudias, S.G., Christiani, D.C. (2003): Firefighters and on-duty deaths from coronary heart disease: a case control study. *Environ. Health* 2, 1-14.
13. Kales, S.N., Tsismenakis, A.J., Zhang, C., Soteriades, E.S. (2009): BP in firefighters, police officers, and other emergency responders. *Am. J. Hypert* 22, 11-20.
14. Kolčić, I., Biloglav, Z., Zgaga, L. (2009): Prevalence of increased body weight and hypertension in the population of Croatian mainland and Adriatic Islandse - are islanders really healthier? *Coll. Antropol.* 33 (Suppl 1), 135-140.
15. Leon, L.R., Helwig, B.G. (2010): Heat stroke: role of the systemic inflammatory response. *J. Appl. Physiol.* 109, 1980–1988.
16. Low, D.A., Keller, D.M., Wingo, J.E., Brothers, R.M., Crandall, C.G. (2011): Sympathetic nerve activity and whole body heat stress in humans. *J. Appl. Physiol.* 111 (5), 1329–

1334.

17. Ljubičić A, Varnai VM, Petrinec B, Macan J. (2014): *Response to thermal and physical strain during flashover training in Croatian firefighters*. *Appl Ergon.* 2014 May;45(3):544-9.
18. Ljubičić Čalušić, A., Mladinić, Marin., Varnai, V.M. (2012): *Biomarkers of mild hyperthermia related to flashover training in firefighters*. *J. Therm. Biol.* 37,548-555.
19. Mihel, S., Musić-Milanović, S. (2012): *BMI, hypertension and mortality*. *Coll. Antropol.* 36 (Suppl.1), 183-188.
20. Milanović, S.M., Uhernik, A.I., Fister, K., (2012): *Five-year cumulative incidence of obesity in adults in Croatia: the CroHort study*. *Coll. Antropol.* 36 (Suppl. 1),71-76.
21. Mittleman MA, Maclure M, Tofler GH, Sherwood JB, Goldberg RJ, Muller JE. (1993): *Triggering of acute myocardial infarction by heavy physical exertion. Protection against triggering by regular exertion. Determinants of Myocardial Infarction Onset Study Investigators*. *N Engl J Med.* 1993 Dec 2;329(23):1677-83.
22. Poston, W.S., Haddock, C.K., Jahnke, S.A. (2011): *The prevalence of overweight, obesity, and substandard fitness in a population-based firefighter cohort*. *J. Occup. Environ. Med.* 53, 266-273.
23. Smith, D.L., Petruzzello, S.J., Chludzinski, M.A., Reed, J.J., Woods, J.A. (2001): *Effect of strenuous live-fire fire fighting drills on hematological, blood chemistry and psychological measures*. *J. Therm. Biol.* 26, 375–379.
24. Smith, D.L., Petruzzello, S.J., Goldstein, E. (2011): *Effect of live-fire training drills on fire fighters' platelet number and function*. *Prehosp. Emerg. Care* 15,233–239.
25. Soteriades, E.S., Kales, S.N., Liarokapis, D., Christiani, D.C. (2003): *Prospective surveillance of hypertension in firefighters*. *J. Clin. Hypert. (Greenwich)* 5, 315-320.
26. Soteriades, E.S., Kawachi, I., Liarokapis, D., Christiani, D.C., Kales, S.N. (2005): *Obesity and cardiovascular disease risk factors in firefighters: a prospective cohort study*. *Obes. Res.* 13, 1756-1763.
27. Webb, H.E., Gartenb, R.S., McMinnc, D.R. (2011): *Stress hormones and vascular function in firefighters during concurrent challenges*. *Biolog. Psychol.* 87,152-160.
28. White, M.D. (2006): *Components and mechanisms of thermal hyperpnea*. *J. Appl. Physiol.* 101 (2), 655–663.
29. Williford, H.N., Duey, W.J., Olson, M.S., Howard, R., Wang, N. (1999): *Relationship between fire-fighting suppression tasks and physical fitness*. *Ergonomics* 42, 1179-1186.